

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-030979
 (43)Date of publication of application : 29.01.2004

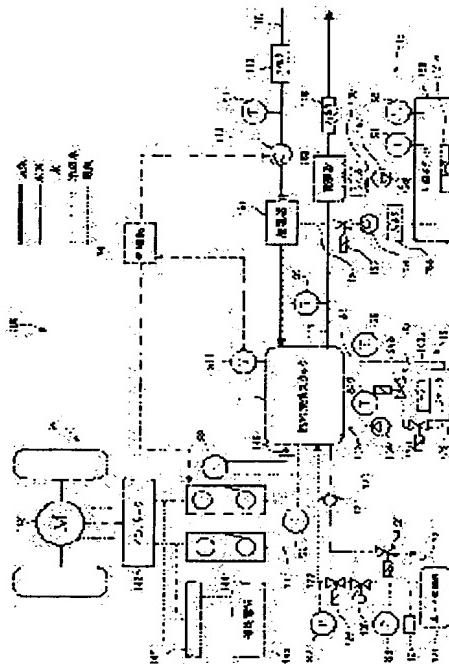
(51)Int.Cl. H01M 8/04
 // H01M 8/10

(21)Application number : 2002-181791 (71)Applicant : EQUOS RESEARCH CO LTD
 (22)Date of filing : 21.06.2002 (72)Inventor : KOBAYASHI KOJI
 ANDO MASAO
 HORIGUCHI MUNEHISA
 SHIRAISHI KOICHI

(54) FUEL CELL SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel cell system capable of conducting a self-warm-up.
SOLUTION: The system is provided with an air supply fan 113 supplying air to an oxygen electrode of the fuel cell, a temperature sensor S11 detecting temperature of a fuel cell stack 1 at a start-up, and a control part 74 for setting an air supply volume from the air supply fan 113 at less than that at a normal power generation when a detected temperature of the temperature sensor S11 is below a set value. At a generation start-up, when a temperature of the fuel cell stack 1 is low, the fuel cell is warmed up by increasing a heat-radiating volume due to an oxygen supply shortage.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.06.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-30979

(P2004-30979A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int.C1.⁷

HO 1 M 8/04
// HO 1 M 8/10

F 1

HO 1 M 8/04
HO 1 M 8/04
HO 1 M 8/10

テーマコード(参考)

X 5 H 0 2 6
Z 5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 1 O.L. (全 13 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日

特願2002-181791(P2002-181791)
平成14年6月21日(2002.6.21)

(71) 出願人

591261509
株式会社エクオス・リサーチ

東京都千代田区外神田2丁目19番12号

(74) 代理人

100095289

弁理士 堀 弘

(72) 発明者

小林 康二

東京都千代田区外神田2丁目19番12号

株式会社エクオス・リサーチ内

(72) 発明者

安藤 正夫

東京都千代田区外神田2丁目19番12号

株式会社エクオス・リサーチ内

(72) 発明者

堀口 宗久

東京都千代田区外神田2丁目19番12号

株式会社エクオス・リサーチ内

最終頁に続く

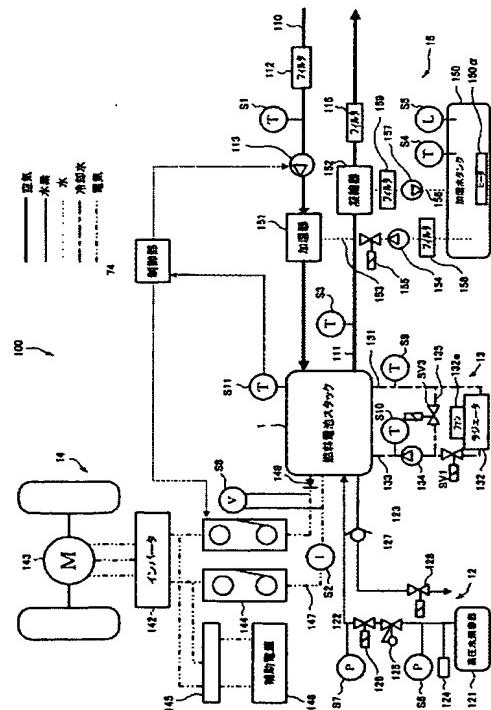
(54) 【発明の名称】燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】自立暖機が可能な燃料電池システムを提供する

【解決手段】燃料電池の酸素極に空気を供給する空気供給ファン113と、燃料電池スタック1の始動時の温度を検出する温度センサS11と、温度センサS11の検出温度が設定値以下である場合には、空気供給ファン113から空気供給量を通常発電時の供給量よりも少なく設定する制御部74とを設ける。発電始動時において、燃料電池スタック1の温度が低温である場合には、酸素供給量不足によって発熱量を増大させて、燃料電池を暖機する。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項1】**

水素と酸素を反応させることにより電流を発生させる燃料電池と、
前記燃料電池に酸化剤ガスを供給する供給装置と、
燃料電池の温度を検出する温度検出手段と、
前記供給装置による酸化剤ガス供給量を調節する供給量調整手段と、
温度検出手段によって検出された燃料電池の検出温度が凍結温度であるか否かを判定する
凍結判定手段とを備え、
前記供給量調整手段は、検出温度が凍結温度より低い場合には、同一の負荷に対して高い
温度である場合よりも、前記供給装置による酸化剤ガス供給量を少なくして発熱量がより
増加するように設定する燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

この発明は、燃料電池システムにかかり、詳しくは、低温下での始動を容易とする燃料電池システムに関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

固体高分子型燃料電池では、最も効率良く発電することができる温度領域が、50°Cから80°Cぐらいの間であるとされている。また、これらの温度領域より低い温度では、発電効率が極端に低くなるという特性を有している。従って、燃料電池を作動させてから、十分な電力を燃料電池から得るために、温度が高効率領域に達するまで暖機が必要となり、燃料電池から電力を得て負荷全体を始動させるまでに長時間を要する。

【0003】

一方、燃料電池の温度が氷点下である場合には、発電反応によって生じた生成水が電極表面で凍結し、酸素の供給が妨げられ、発電反応を抑制してしまうという問題がある。

そこで、従来では、例えば、特開平7-94202号に記載されているように、燃料電池の発電開始前に、燃料電池自体を暖機するための暖機システムを備えたものが提案されている。

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかし、このような燃料電池の暖機システムは、暖機のためのエネルギーを必要とし、システムの全体のエネルギー効率を悪化させるという問題点があった。

さらに、暖機システムを燃料電池システムに組み込むために、燃料電池システムの大型化を招いていた。

また、車両等の移動体に搭載される移動型燃料電池については、搭載スペースが狭く、系外からのエネルギーの供給が困難な環境にあり、上記欠点は、一層不利な要素となる。

この発明は、自立暖機が可能な燃料電池システムを提供することを目的としている。

【0005】**【課題を解決するための手段】**

以上のような目的は、以下の本発明によって達成される。

(1) 水素と酸素を反応させることにより電流を発生させる燃料電池と、

前記燃料電池に酸化剤ガスを供給する供給装置と、

燃料電池の温度を検出する温度検出手段と、

前記供給装置による酸化剤ガス供給量を調節する供給量調整手段と、

温度検出手段によって検出された燃料電池の検出温度が凍結温度であるか否かを判定する
凍結判定手段とを備え、

前記供給量調整手段は、検出温度が凍結温度より低い場合には、同一の負荷に対して高い
温度である場合よりも、前記供給装置による酸化剤ガス供給量を少なくして発熱量がより
増加するように設定する燃料電池システム。

【0006】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の燃料電池システム100について、添付図面に基づき詳細に説明する。図1は、本発明の燃料電池システム100の有する燃料電池スタック1の全体斜視図、図2は燃料電池スタック1の部分断面側面図、図3は、燃料電池スタック1の平面断面である。本発明の、燃料電池スタック1は、単位セル2と、セパレータ3とを有する発電部61を備えている。単位セル2は、酸素極21と燃料極22とで固体高分子電解質膜23を挟持した構成となっている。セパレータ3は、酸素極21と燃料極22にそれぞれ接触して電流を外部に取り出すための集電部材31、32とを有している。図2及び図3に示されているように、単位セル2とセパレータ3とが交互に積層されて発電部61が構成される。

【0007】

集電部材31、32は、それぞれ、導電性と耐蝕性を有する材料で構成される。例えば、集電部材31、32は、金属材料で構成されている。この構成金属は、集電部材としての機能を果たすために、導電性を有しているもので、かつ、通電状態となることから耐蝕性を有するものが用いられる。例えば、ステンレス、ニッケル合金、チタン合金等に耐蝕導電処理を施したもの等が挙げられる。ここで、耐蝕導電処理とは、例えば、金メッキ等が挙げられる。また、集電部材31、32の構成材料は、金属の他、カーボンブラック等の導電性と耐食性を備えた材料を用いてもよい。集電部材31、32を金属板とし、これをプレス加工により薄型に形成することによって、セパレータ3を薄く形成することができる、燃料電池スタック1自体の大きさを小型化でき、かつ、熱容量を少なくすることができるので、このことによっても燃料電池スタック1を温まりやすい構成とすることができる。

【0008】

集電部材31は、酸素極21に接触し、集電部材32は、燃料極22に接触する。図2及び図3に示されているように、集電部材31の、酸素極21に接触する面には、直線状に連続して隆起した凸部311が等間隔で複数形成され、該凸部311の間には、溝312がそれぞれ形成される。つまり、凸部311と溝312は、交互に配置された形状となっている。凸部311は、最も突出した峰の平面部が酸素極21に接触する接触部313となっており、この接触部313を介して酸素極21と通電可能となる。溝312と、酸素極21の表面とによって、酸化剤ガスとしての空気が流通する空気流通路315が形成される。

【0009】

凸部311の両端には、凸部311に直交する方向に溝314、314が形成され、この溝314と酸素極21の表面とによって、空気流通路316が形成される。複数の空気流通路315は、両端部で空気流通路316にそれぞれ連通した構成となっており、複数の空気流通路315と一対の空気流通路316とによって、酸素極21へ酸素を供給する空気保持部が構成される。

【0010】

空気保持部には、空気供給孔318と空気排出孔317とが形成され、空気は空気供給孔318から空気保持部内に流入し、空気排出孔317から流出する。このように、空気保持部内の空気は、常時入れ替わる構成となっている。この実施形態では、集電部材31は、矩形であり、空気供給孔318と空気排出孔317は、集電部材31の平面視における図心を中心として点対称の位置に(対角線方向)に、それぞれ配置されている。図2には、空気排出孔317が示されている。また、図3には、空気供給孔318が示されている。

【0011】

集電部材32の、水素極22に接触する面には、直線状に連続して隆起した凸部321が等間隔で複数形成され、該凸部321の間には、溝322がそれぞれ形成される。つまり、凸部321と溝322は、交互に配置された形状となっている。凸部321は、最も突

出した峰の平面部が水素極22の表面に接触する接触部323となっており、この接触部323を介して水素極22と通電可能となる。溝322と、水素極22の表面とによって、水素が流通する水素流通路325が形成される。

【0012】

凸部321の両端には、凸部321に直交する方向に溝324、324が形成され、この溝324と水素極22の表面とによって、水素流路326が形成される。複数の水素流通路325は、両端部で水素流路326にそれぞれ連通した構成となっており、複数の水素流通路325と一対の水素流路326とによって、水素極22へ水素を供給する水素保持部が構成される。

【0013】

水素保持部には、水素供給孔と水素排出孔327とが形成され、水素は、水素供給孔から水素保持部内に流入し、水素排出孔327から流出する。このように、水素保持部内の水素は、常時入れ替わる構成となっている。この実施形態では、集電部材32は、矩形であり、水素供給孔と水素排出孔327は、集電部材32の平面視における団心を中心として点対称の位置に(対角線方向)に、それぞれ配置されている。図2には、水素排出孔327が示されている。

【0014】

集電部材32の、水素極22に対して反対側の面には、直線状に連続して隆起した凸部421が等間隔で複数形成され、該凸部421の間には、溝422がそれぞれ形成される。つまり、凸部421と溝422は、交互に配置された形状となっている。凸部421は、最も突出した峰の平面部が集電部材31の表面に接触する接触部423となっており、この接触部423を介して隣接する単位セル2の水素極22と酸素極21が電気的に接続される。溝422と、集電部材31の平面とによって、水が流通する水流通路425が形成される。

【0015】

凸部421の両端には、凸部421に直交する方向に溝424、424が形成され、この溝424と集電部材31の平面とによって、水流路426が形成される。複数の水流路425は、両端部で水流路426にそれぞれ連通した構成となっており、複数の水流路425と一対の水流路426とによって、冷却部が構成される。

【0016】

この冷却部には、水供給孔と水排出孔427とが形成され、冷媒である水は、水供給孔から冷却部内に流入し、水排出孔427から流出する。このように、冷却部内の水は、入れ替わることができる構成となっている。この実施形態では、集電部材32は、矩形であり、水供給孔と水排出孔427は、集電部材32の平面視における団心を中心として点対称の位置に(対角線方向)に、それぞれ配置されている。このような位置に、水供給孔と水排出孔427が設けられることによって、冷却部内の水を均一に交換することができる。図2と図3には、水排出孔427が示されている。なお、冷却媒体は、水の他、不凍液を用いることもできる。

【0017】

燃料電池スタック1内には、セパレータ3の積層方向に、空気と水素と水を導通させる導通路が形成されている。導通路は、それぞれ供給用の導通路と、排出用の導通路とを有している。図1に示されているように、供給用の空気導通路51、水素導通路53、水導通路55は、燃料電池スタック1の片側にまとめて配置され、排出用の空気導通路52、水素導通路54、水導通路56は、供給用の導通路が配置された側に対して、反対側に配置され、その間に、空気保持部、水素保持部、冷却部を挟むように構成されている。

【0018】

従って、排出用の空気導通路52は各空気保持部の空気排出孔317にそれぞれ連通し、供給用の空気導通路51は、各空気保持部の空気供給孔にそれぞれ連通している。このように、供給用の空気導通路51は、各空気保持部に空気を分配する空気マニホールドとして機能する。

また、排出用の水素導通路54は各水素保持部の水素排出孔327にそれぞれ連通し、供給用の水素導通路53は、各水素保持部の水素供給孔にそれぞれ連通している。このように、供給用の水素導通路53は、各水素保持部に水素を分配する水素マニホールドとして機能する。

さらに、排出用の水導通路56は各冷却部の水排出孔427にそれぞれ連通し、供給用の水導通路55は、各水保持部の水供給孔にそれぞれ連通している。このように、供給用の水導通路55は、各水保持部に水を分配する水マニホールドとして機能する。

【0019】

以上のように構成された発電部61の両端には、セパレータ3と単位セル2の積層方向において、端部セパレータ3から外側へ向けて、集電体63a、63b、絶縁部材64a、64b、エンドプレート65a、65bが、それぞれが両側に接続されている。これらの積層された各部材と、発電部61は、対向する側面に付設された保持部材66によって一体として保持される。また、集電体63a、63bには、燃料電池スタック1の端子として端子67a、67bが設けられている。

【0020】

片方のエンドプレート65aには、後述する空気供給系11、水素供給系12、冷却系13の各経路が接続されている。詳しくは、空気供給系11の空気供給路110は供給用の空気導通路51に、空気排出路111は排出用の空気導通路52にそれぞれ接続され、水素供給系12の供給路122は供給用の水素導通路53に、排出路123は排出用の水素導通路54にそれぞれ接続され、冷却系13の冷却液供給路133は供給用の水導通路55に、冷却液排出路131は排出用の水導通路56にそれぞれ接続されている。

【0021】

次に、燃料電池スタック1を用いた燃料電池システム100の構成について、説明する。図4は、燃料電池システム100の構成を示す模式図である。燃料電池システム100は、移動体のひとつである電気自動車に搭載されるものであり、後述する負荷系の蓄電手段(キャパシタ等)146とともに駆動モータ143の電源を構成している。燃料電池システム100は、燃料電池スタック1へ対して、空気を供給する空気供給系11と、同じく、水素を供給する水素供給系12と、同じく冷却液を供給する冷却系13と、負荷系14と、酸素供給系11に水分を供給する加湿系15とを備えている。

【0022】

空気供給系11は、空気供給路110と、空気排出路111を備えている。空気供給路110には、上流側から順に、外気の粉塵などの不純物を除去するフィルタ112、外気温度センサS1、空気の供給量を調整する空気供給ファン113、供給する空気を加湿する加湿器151が接続され、最終的に燃料電池スタック1の供給用空気導通路51が接続されている。

【0023】

空気排出路111の上流側端は、燃料電池スタック1の排出用空気導通路52に接続され、下流へ向けて順に、燃料電池スタックの代表温度を測るための空気出口温度センサS3、空気供給系からの空気流が酸素極21から持ち去った水を回収する凝縮器152、外気から不純物が逆流して燃料電池スタックに進入するのを防止するフィルタ115が接続され、最終的に系の外部に空気を排出する。

以上のように、空気供給系11は、燃料電池スタック1内に設けられている空気保持部に空気を送り込み、空気中の酸素を酸素極21に供給する。供給装置は、空気供給路110と、空気供給ファン113により構成される。酸素の供給量の調整は、空気供給ファン113からの吐出量を調整することにより行われる。吐出量の調整は、羽根の回転数を調整することによりなされる。

【0024】

加湿系15は、燃料電池スタック1に供給される空気に湿度を加える加湿器151と、排出された空気から水分を回収する凝縮器152と、加湿水タンク150と、加湿水タンク150から加湿水を加湿器151へ供給する水供給路153と、加湿水を加湿器151に

送り出す加温水ポンプ154と、加温水ポンプ154の下流側に設けられ、電磁弁155と、凝縮器152で回収された水を加温水タンク150へ回収する回収路156と、回収した水を加温水タンク150へ送る回収ポンプ157と、加温水タンク150内に設けられた凍結防止用ヒータ150aと、加温水タンク150内の加温水の温度を検出する加温水温度センサS4、同じく水位を検出する加温水水位センサS5を備えている。また、水供給路153と回収路156とには、それぞれ不純物を除去するフィルタ158、159が設けられている。電磁弁155は、ポンプ154非駆動時には閉状態となり、経路内の水の流動を防止する。加温系15は、燃料電池スタック1へ送られる空気を加温するために設けられる。この加温系15の加温器151によって加温された空気は、燃料電池スタック1の酸素極21を温潤状態（水分で潤った状態）に維持する。

【0025】

水素供給系12は、水素貯蔵タンク121と、水素貯蔵タンク121から、燃料電池スタック1の供給用水素導通路53へ水素を供給する水素供給路122と、燃料電池スタック1の排出用水素導通路54から外部へ水素を排出する水素排出路123とを備えている。水素供給路122には、水素を外部の水素源から水素貯蔵タンク121に充填するための水素充填口124が接続され、水素貯蔵タンク121内の水素圧を測るための水素1次圧センサS6が接続され、燃料極に供給する水素の圧力（量）を調整するための水素調圧弁125と、水素の供給量を制御する水素供給電磁弁126と、燃料極にかかる水素圧を測定する水素2次圧センサS7が、下流へ向けて、それぞれ順に接続されている。水素調圧弁125と、水素供給電磁弁126は、水素2次圧センサS7の検出値に基づき制御される。さらに、水素排出路123には、下流へ向けて順に、逆流を防止する逆止弁127、水素の排出をコントロールする水素排気電磁弁128が接続されている。水素は運転中、連続して供給されてもよいし、間欠的に供給されてもよい。

【0026】

冷却系13は、燃料電池スタック1が高温でヒートアップしてしまうのを防止するために配設されていて、燃料電池スタック1内に冷却媒体である冷却液を流通させ、これを循環させることにより冷却する。この実施形態では、冷却液として不凍液が用いられ、例えばエチレングリコール水溶液が使用される。この他、冷却液としては、水やその他の熱媒体を用いることもできる。燃料電池スタック1の温度は、例えば燃料電池スタック1に取り付けられた温度センサS11で検出することができる。燃料電池スタック1の温度を検出するセンサS11が、燃料電池の温度を検出する温度検出手段として機能する。

【0027】

冷却系13は燃料電池スタック1の排出側水導通路56に接続された冷却液排出路131と、ラジエター132と、冷却液供給路133を基本として構成され、冷却液は、前記冷却液供給路133に配設された循環ポンプ134によって燃料電池スタック1の供給側水導通路55に送り込まれる。また、冷却液排出路131と冷却液供給路133との間には、ラジエター132をバイパスするラジエターバイパス路135が接続されている。

【0028】

冷却液排出路131、冷却液供給路133にそれぞれ配設された冷却液出口温度センサS9、冷却液入口温度センサS10によって検出された冷却液の温度に応じて電磁弁SV1、SV3の開閉を制御して、冷却系13における冷却液の流れを制御する。ラジエター132にはファン132aが設けられており、ファンの風量を調節することにより、冷却能力を調整することができる。

【0029】

以上のように冷却系13は、燃料電池の通常発電時においては、燃料電池の反応熱によるオーバーヒートを防止するため作動する。この場合、冷却系13は、冷却液排出路131と、ラジエター132と、冷却液供給路133と、冷却液供給路133に配設された循環ポンプ134によって構成される循環系が用いられる。従って、この場合には、電磁バルブSV1が開、電磁バルブSV3は閉状態となっている。冷却液は、冷却液供給路133から、燃料電池スタック1の供給側水導通路55、各セパレータ3の冷却部、排出側水導

通路56を経て、熱交換された冷却液は、冷却液排出路131から、ラジエター132へ到達し、ラジエター132で冷やされ、電磁弁SV1を経て、循環ポンプ134へ戻る。冷却液入口温度センサS10で検出される冷却液の温度と、冷却液出口温度センサS9で検出された排出冷却液の温度との差に応じて、ラジエター132の冷却能力を調整し、また、循環ポンプ134の吐出量を調整し、燃料電池スタック1を適正な温度に維持する。

【0030】

負荷系14は、燃料電池スタック1に接続されている。負荷系14の出力コード147は、端子67a、67bにそれぞれ接続され、出力コード147は、負荷への電力の供給、遮断を行う出力リレー144、インバータ142を介してモータ143に電力を供給する。また、出力コード147には、逆電流を防止するダイオード148と電流センサS2が設けられている。出力リレー144とインバータ142との間には補助電源146が出力制御回路145を介して接続されている。さらに、出力コード147には、燃料電池スタック1の総出力を検出するための電圧センサS8が並列に接続されている。補助電源は例えば、バッテリやキャパシタなどの蓄電装置であり、車両低速時にはモータ143の回生電力を貯蔵し、加速時や高負荷時などにおいて、燃料電池スタックからの出力では不足する場合には、負荷に電力を供給する。出力制御回路145は、モータ143へ供給する電力について、燃料電池スタック1と補助電源146の出力の割合を制御する。

【0031】

図5は、燃料電池システム100の発電開始時の制御を行う制御回路を示すブロック図である。供給量調整手段としての制御部74は、発電開始時において、温度センサS11で取得した燃料電池スタック1の温度に基いて空気供給ファン113の吐出量を制御する。制御部74には、その他、電流センサS2、電圧センサS8の検出値が供給される。さらに、制御部74は、水素供給電磁弁126の開閉と、リレー144のオン・オフを制御する。

【0032】

制御部74は、発電開始時において、燃料電池スタック1の自立暖機を行うために、通常の発電反応時の供給量に比較して、供給する酸素の量を少なくする制御を行うものである。図6は、燃料電池の出力電流に対する、燃料電池の出力電圧、出力電力、発電反応によって発生する発熱量のそれぞれの関係を示すグラフである。このグラフにおいては、通常発電時における酸素供給量を供給した場合の、電流・電圧曲線L V、電流・電力曲線L P、電流・発熱量曲線L Tと、通常発電時における供給量よりも少ない酸素供給量とした場合の、電流・電圧曲線I V、電流・電力曲線I P、電流・発熱量曲線I Tを示した。

【0033】

以下、図6に示されているグラフに基いて説明する。空気供給ファン113などの補機を駆動させるため必要な最低限の出力電力（要求負荷電力P1）を得るためにには、通常の空気供給量では、出力電力は点Q P1で、電流I1となり、電圧は点Q V1で電圧V1となる。この状態で、空気供給ファン113は、通常状態で駆動しており、発熱量は点Q T1となる。一方、要求負荷電力P1が得られる最低の空気供給量まで、供給量を減らすと、出力電力は点Q P2となり、この時、電流I2で、電圧は点Q V2で電圧V2となる。また、この時、発熱量は点Q T2となる。

【0034】

空気の供給量を減らすと、通常時（定格出力時）に比べて発熱量がTsだけ大きくなる。この増加した発熱量を自立暖機のための熱量として用いる。このように、発電反応時の発熱を暖機に用いれば、冷媒等を介して燃料電池スタック1を暖機する場合に比較して、燃料電池自身が発熱する点で熱損失が少なく、熱効率が格段に向上する。また、供給量を減らすので、空気供給ファン113を駆動させる電力も少なくできる。

【0035】

以上のように構成された燃料電池システム100において、発電始動する場合の作用について、図7に示されているフローチャートに基づき説明する。

【0036】

燃料電池システム100の始動時、つまり発電運転を開始する場合、まずシステム全体の状態をチェックし、異常が検知されなかった場合、空気供給を開始する（ステップS101）。空気供給は、空気供給ファン113を駆動させることにより開始される。空気供給ファン113の作動によって、空気供給系11から燃料電池スタック1に空気が供給される。

【0037】

次に、水素供給が開始される（ステップS103）。水素供給電磁弁126の開閉を制御することによって、水素調圧弁125によって調圧された水素圧の水素ガスが燃料電池スタック1に供給される。このステップS101とステップS103とによって、燃料電池スタック1に水素と、空気中の酸素が供給され、燃料電池スタック1では、水素と酸素が発電可能な状態となる。

【0038】

リレー144をオンする（ステップS105）。これにより、燃料電池スタック1は、負荷系14に電気的に接続され、発電が開始される。発電の開始とともに、発電時の反応熱により、各単位セル2から熱が発生する。電流センサS2と電圧センサS8により燃料電池スタック1からの出力電流の値と、出力電圧の値の検出が可能となる。リレー144をオフした時の燃料電池出力電流値 I_{fc} を電流センサS2から取得し、また、このときの燃料電池スタック1の温度 T_{fc} を、温度検出手段としての温度センサS11から取得する（ステップS107）。

【0039】

燃料電池温度 T_{fc} が所定の設定温度 T_a より高いか判断する（ステップS109）。凍結判定手段は、ステップS109により構成される。設定温度 T_a は、発電反応によって生ずる生成水が、電極付近で凍結する温度の範囲の中で、上限の値に設定されている。例えば、この実施形態では、摂氏5度に設定されている。生成水の凍結が生じると、固体高分子電解質膜23への酸素の供給が、凍結した生成水によって妨げられ、発電しなくなる（又は、出力が極端に低下してしまう。）。このため、凍結が起こる温度範囲内で、この発明のシステムを作用させることができ最も効果的である。設定温度 T_a は、燃料電池から定格出力が得られる温度範囲の下限値に設定されていてもよい。この場合には、定格出力が得られる温度領域まで、燃料電池スタックの温度が到達する時間が短縮される。また、設定温度 T_a は、燃料電池から定格出力が得られる温度範囲の下限値と、凍結が起こる温度範囲の上限値の間の値に設定されていてもよい。

【0040】

燃料電池温度 T_{fc} が設定温度 T_a より高い場合には、図8に示されている電流密度と最適空気供給量の関係を示すマップにより、空気供給量を決定する（ステップS111）。図8は、燃料電池から出力される電流密度と、燃料電池に供給される空気供給量の関係を示すグラフである。電流密度・空気供給量曲線Aは、最も発電効率の良い空気供給量を示す曲線である。燃料電池の発電効率は、電圧が高いほど良い。通常、燃料電池は、運転温度や電極の温潤状態及び反応ガスの供給量などを調整して、発電効率が高くなるように制御される。ところが、出力電圧を高くするために、空気供給量を上げ過ぎると、空気を供給するために駆動している空気供給ファンなどの補機の消費電力が増大し、燃料電池システム全体の効率が低下する。そこで、最適な空気供給量が示されているのが、電流密度・空気供給量曲線Aである。電流密度・空気供給量曲線Bは、燃料電池出力を空気供給ファン113等の補機に供給できる電圧を確保した上で、発熱量がより多く得られる空気供給量を示す曲線である。空気供給量は、発電反応必要量（ストイキ比1）に、設定空気ストイキ比を乗じて算出される。ここで、空気ストイキ比とは、燃料電池の発電に必要最低限の空気量を1とした場合の比である。

【0041】

このように、ステップS111では、ステップS107で取得した燃料電池出力電流値 I_{fc} と、電流密度・空気供給量曲線Aから、空気供給量を決定する。
燃料電池温度 T_{fc} が設定温度 T_a より低い場合には、図8に示されているマップの電流

密度・空気供給量曲線Bと、ステップS107で取得した燃料電池出力電流値 I_{fc} から、高い発熱量が得られる空気供給量を決定する(ステップS113)。燃料電池に対して同一の負荷電力が要求されている場合、低温状態では、空気供給量を低下し、効率を悪化させ発熱量を大きくする。

【0042】

このような空気供給量とすることにより、燃料電池スタック1の温度が早期に上昇し、生成水の凍結が抑制される。なお、空気供給量の調節は、空気供給ファン113の吐出量を調整することにより行われる。燃料電池スタック1に送り込まれる空気の流量の低下は、燃料電池スタック1から流出する空気による排熱を抑制するので、このことによっても燃料電池スタック1の暖機が促進される。供給量調整手段は、ステップS113により構成される。

停止要求があったか判断する(ステップS115)。停止要求がない場合には、ステップS107からステップS113を実行する。停止要求があった場合には、停止処理ルーチンを実行する。

【0043】

以上のような本発明の燃料電池システム100は、暖機のための装置が不要であり、通常発電時に駆動している空気供給ファン113の吐出量を調整するのみで、暖機が可能となる。従って、搭載スペースの少ない車両等の移動体の電源として特に有用である。

尚、セパレータを金属で構成することによって、燃料電池スタック全体の熱容量が減少し、自立暖機が一層容易となるとともに、金属は、熱伝導率も高いため、燃料電池スタック全体を均一に暖め易くなるという利点がある。このような金属製セパレータを用いることで、本発明の効果が一層確実に発揮される。

【0044】

【発明の効果】

請求項1に記載の発明によれば、自立暖機が可能となるので、暖機のための装置を別個に設けることなく、生成水の凍結を抑制することができる。また、燃料電池自体が発熱することにより暖機が行われるので、全体を均一に温めることができ、熱媒体を介して暖機する従来の構成に比較して熱効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】燃料電池スタックの全体斜視図である。

【図2】本発明の燃料電池スタックの部分断面側面図である。

【図3】燃料電池スタックの平面断面図である。

【図4】燃料電池システムの構成を示す模式図である。

【図5】燃料電池システムの発電開始時の制御を行う制御回路を示すブロック図である。

【図6】燃料電池の出力電流に対する、燃料電池の出力電圧、出力電力、発電反応によって発生する発熱量のそれぞれの関係を示すグラフである。

【図7】フローチャートである。

【図8】

電流密度と最適空気供給量の関係を示すマップである。

【符号の説明】

100 燃料電池システム

1 燃料電池スタック

113 空気供給ファン

2 単位セル

3 セパレータ

31 集電部材

32 集電部材

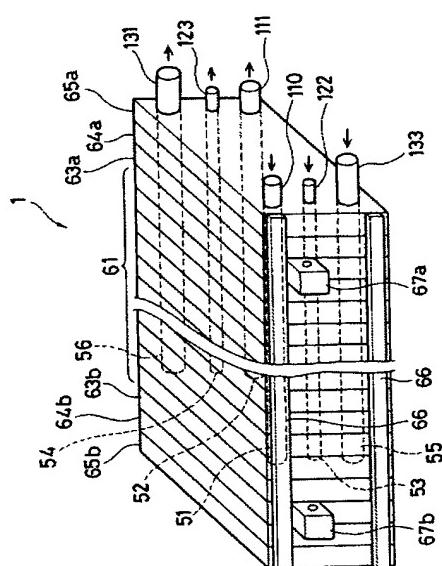
61 発電部

63 集電体

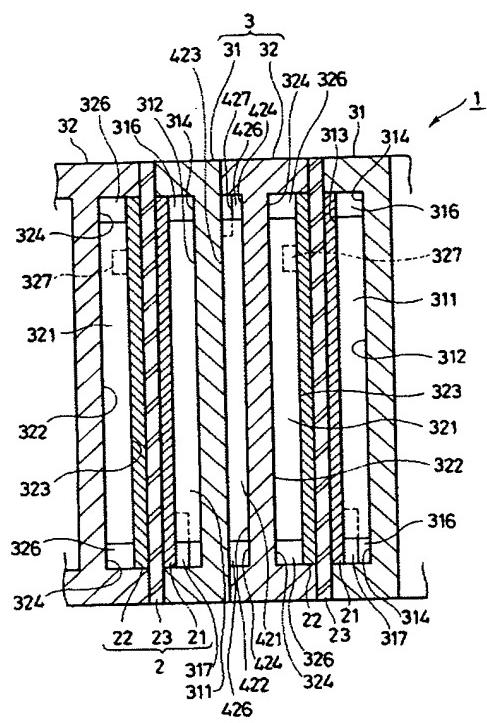
64 絶縁部材

65 エンドプレート
S11 溫度センサ

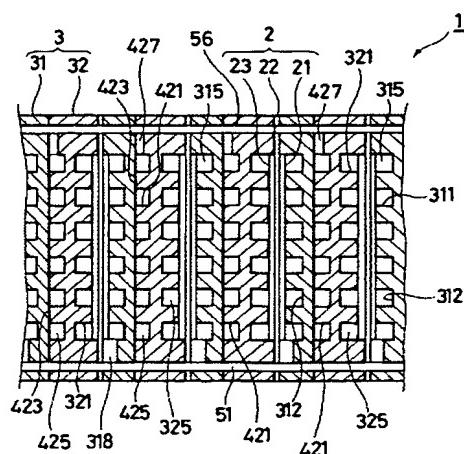
【図1】



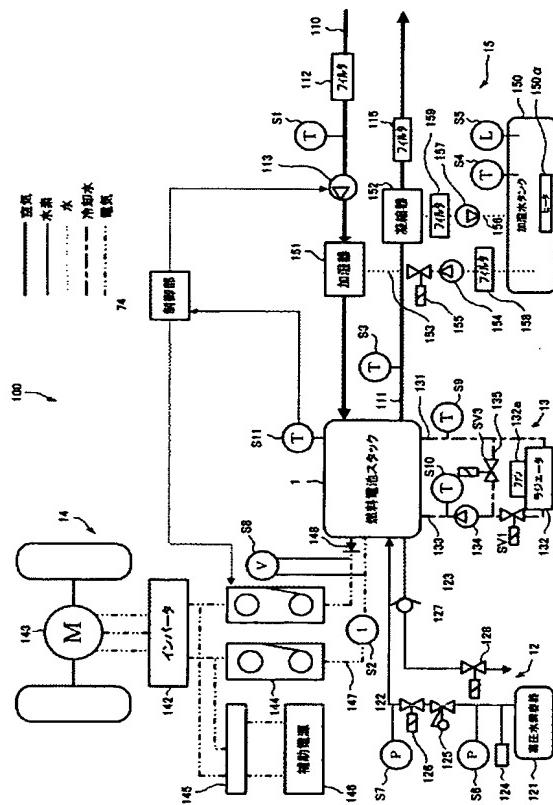
【図2】



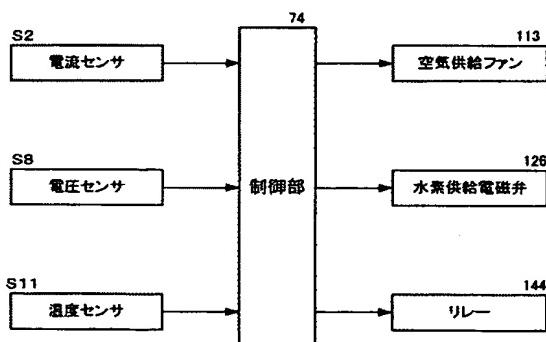
【図3】



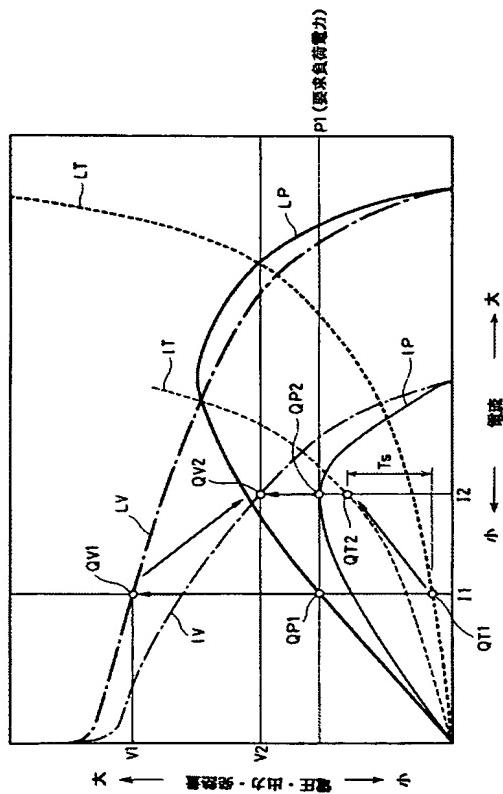
【図4】



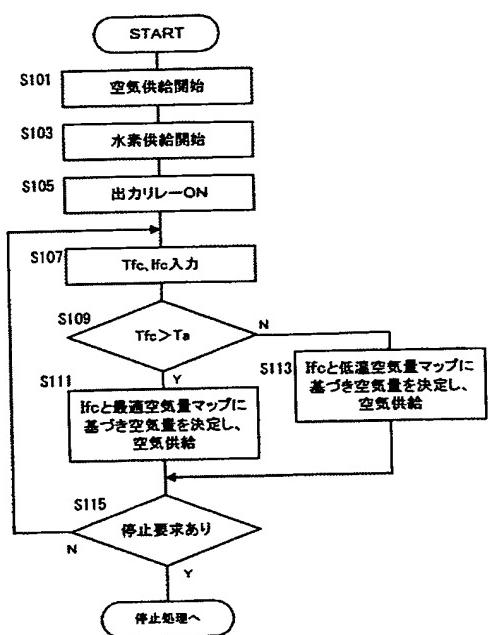
【図5】



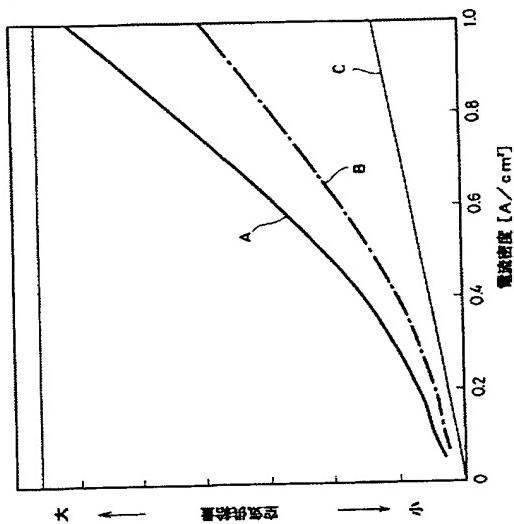
【図6】



【図7】



【図8】



(72)発明者 白石 剛一

東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株式会社エクオス・リサーチ内

Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03 HH08

5H027 AA06 KK22 KK46

THIS PAGE BLANK (USPTO)